广播电视工程信号源传输方案研究

孙英翠
（乐陵市融媒体中心，山东 德州 253600）

摘要：【目的】随着信息技术的发展和广播电视媒体的转型升级，传统的模拟传输方式已经不能满足当前的需求，研究广播电视工程信号源传输方案，旨在探索有效的信号传输方式，实现信号传输的高质量、高可靠性和高覆盖范围，提高广播电视节目的播出效果和观众的观看体验。【方法】文章通过分析对比不同传输方式、调制技术等方案的实际传输经验，分析不同传输方法的传输质量和效果，得出了广播电视工程信号源传输面临的信号质量、信号传输等技术问题。【结果】采用先进信号处理技术及压缩算法，通过增加发射功率，优化信号传输参数等途径，可有效改善广播电视工程信号源传输质量，提高观众观感体验。【结论】通过应用信号增强、降噪、滤波等技术手段或压缩算法可提高信号质量；调整编码参数、优化码率控制、降低噪声影响，可有效应对公路等地形障碍带来的信号传输问题。

关键词：广播电视；信号传输；移动广播；信号覆盖；宽带限制　**中图分类号：**TN945.5　**文献标识码：**A
文章编号：1671-0134（2023）06-154-05　**DOI：**10.19483/j.cnki.11-4653/n.2023.06.033
本文著录格式：孙英翠．广播电视工程信号源传输方案研究 [J]. 中国传媒科技，2023（06）：154-158.

导语

广播电视是受众获取信息或参与娱乐的重要渠道之一，信号源的有效传输对广播电视节目的播出效果和观众的观看体验有着至关重要的影响。随着数字化和智能化的发展，传统的模拟传输方式已经无法满足当前受众的观看需求，在不断升级技术的背景下，数字传输、IPTV 传输、OTT 传输和移动广播传输等多种传播方式逐渐被大众所认知。然而，在数字化进程不断发展的今天，广播电视工程信号源传输面临的技术挑战也在不断增加，信号在传播过程中常常出现信号质量无法得到保障，出现弱信号覆盖或深度覆盖情况等。因而，研究广播电视工程信号源传输方案具有重要的意义。本文从不同的信号源传输方式和技术手段出发，探讨了广播电视工程信号源传输的技术挑战及解决方案，以期为广播电视工程信号源传输方案的研究提供一定的参考。

1. 广播电视工程信号源及其传输方法概述

1.1 信号源概述

广播电视工程中的信号源是指能够传输音视频内容的源头，一般包括摄像机、麦克风、播出控制室、编码器等设备。这些设备将音视频内容采集、处理、编码后，生成数字信号源，通过各种传输媒介传送到接收端，最终在显示设备上播放出来。[1] 信号源的质量和稳定性直接影响到广播电视节目的播出效果和观众的观感体验。近年来，随着 VR、AR 等新兴技术的发展，广播电视工程中的信号源已经发生了一定的变化，新型的信号源也包括虚拟现实内容和通过大数据分析产生的信号源等。

1.2 信号源类型

信号源类型主要包括音频信号源、视频信号源、综合信号源、VR 和 AR 信号源，以及大数据分析产生的信号源。其中音频信号源是指采集和传输音频信号的设备，视频信号源是指采集和传输视频信号的设备，综合信号源综合了音视频信号源，VR、AR 信号源通过虚拟现实技术或增强现实技术产生的信号源，大数据分析产生的信号源是基于大数据分析和处理产生的信号源。[2] 信号源的质量和稳定性直接影响到广播电视节目的播出效果和观众的观感体验。

1.3 广播电视工程信号源传输方法

1.3.1 传统传输方法

1.3.1.1 模拟传输

广播电视工程信号源的模拟传输方法是一种传统的信号传输方式，采用的是模拟信号传输技术，传输中容易受到传输距离、传输线路、信噪比等因素的影响，可能导致信号质量下降。此外，模拟信号传输还会受到频段限制，无法实现高清、超高清等高质量的信号传输。此外，模拟传输方法传输设备简单、传输距离远、传输延时低，适用于广播电视工程中一些特殊的实时

传输场景。综合来看，模拟传输方法在广播电视工程中仍然具有一定的适用性，但随着数字信号传输技术的不断发展，数字传输已逐渐取代了模拟传输，成为主流的信号传输方式。

1.3.1.2 数字传输

广播电视工程信号源的数字传输方法是继模拟传输后的一种现代化信号传输方法，该方法采用数字信号传输技术，可实现高质量、高清晰度的信号传输。[3] 数字传输方法利用压缩算法、纠错编码等技术，使传输过程中的信号质量得以保障，并能够支持高带宽的信号传输需求。此外，数字传输方法具有更好的灵活性和可控性，能满足广播电视工程中各种复杂的传输需求。综合来看，数字传输方法已成为广播电视工程中主流的信号传输方式，是广播电视工程传输技术的重要组成部分，也是广播电视技术不断发展和进步的重要动力。

1.3.2 新兴传输方法

1.3.2.1 IPTV 传输

IPTV 是广播电视工程中的一种数字传输方法，其采用互联网协议技术，实现音视频内容的传输和播放。IPTV 具有更加灵活和高效的网络分发方式，可以通过宽带网络传输高清、超高清的视频信号，支持点播、时移、直播等多种播放模式。[4] 同时，IPTV 还支持用户的个性化需求，如频道订购、自主播放控制等。相对于传统的有线电视和卫星电视，IPTV 更加具有互联网时代的特点，可提供更多的个性化、交互式的服务，受到越来越多用户的青睐。因此，IPTV 已成为广播电视工程中一种备受关注的数字传输方法，具有广阔的市场前景和发展潜力。

1.3.2.2 OTT 传输

OTT（Over-The-Top）是一种数字传输方法，指的是通过互联网将音视频内容传输到终端用户的设备中，而不需要借助传统的广播电视网络。[5]OTT 传输方法具有更加灵活和高效的内容分发方式，可以让用户随时随地访问和观看高清、超高清的音视频内容。此外，OTT 传输方法还支持用户自主选择、点播、时移等多种播放方式，具有更强的个性化和交互性。相较于传统的有线电视和卫星电视，OTT 传输方法具有更低的成本和更广的覆盖范围，可以提供更多的服务和应用。[6] 因此，OTT 已成为广播电视工程中备受关注的数字传输方法之一。

1.3.2.3 移动广播

移动广播是广播电视工程中的一种数字传输方法，利用移动通信网络，将音视频内容传输到用户的移动设备上进行播放。移动广播具有覆盖范围广、内容丰富、交互性强等特点，适合移动用户在旅途中进行高质量音视频内容的获取和观看。[7] 移动广播的传输方式通常采用数字化的信号传输技术，利用各种编码和压缩技术，将音视频信号转换为适合在移动通信网络上传输的数据流。移动广播传输方法的应用范围广泛，包括移动电视、移动视频、移动音乐等，为广播电视工程中数字传输技术的发展提供了更加广阔的空间和市场前景。

2. 广播电视工程信号源传输面临的挑战

2.1 信号质量易受损

信号质量保障是广播电视工程中信号传输面临的重要技术挑战之一。在信号传输过程中，由于受到传输距离、传输线路、信噪比等因素的影响，会导致信号质量下降，从而影响到广播电视节目的播出效果和观众的观看体验。传输距离是影响信号质量的主要因素。在广播电视工程中，信号需要通过无线电波或者传输线路进行传输，传输距离越远，信号就会受到更多的衰减和干扰，从而导致信号质量下降。[8] 例如，在数字电视广播中，由于传输距离较长，信号容易受到多径衰落和多普勒效应的影响，从而导致图像出现模糊、失真等问题。传输线路也是影响信号质量的重要因素。在广播电视工程中，信号需要通过传输线路进行传输，传输线路的质量和参数对信号的传输效果有很大的影响。例如，在有线电视传输中，信号需要通过同轴电缆进行传输，如果同轴电缆的质量不好或者线路阻抗不匹配，就会导致信号衰减和失真。此外，广播电视工程信号还存在信噪比影响信号质量。信噪比是指信号与噪声之间的比值，信号越强，噪声越弱，信噪比就越高。在广播电视工程中，噪声主要来源于电磁干扰、电路噪声等因素。如果信噪比较低，就会导致信号失真、干扰和降噪等问题。[9]

2.2 弱信号覆盖或深度覆盖

弱信号覆盖和深度覆盖是广播电视工程中面临的两个主要问题，它们都会影响信号的传输和接收质量，从而影响广播电视节目的播出效果和观众的观看体验。弱信号覆盖主要是指在信号传输过程中，由于传输距离远、传输线路差、干扰等因素的影响，导致接收端接收到的信号弱而不清晰的情况。[10] 在电视广播中，弱信号覆盖可能导致图像失真、花屏、噪声等问题，影响观众的观看体验；在数字音频广播中，弱信号覆盖可能导致音频杂音、信号噪声等问题，影响听众的

收听体验；在移动广播中，弱信号覆盖可能导致信号断续、卡顿、无法连接等问题，影响用户的使用体验。深度覆盖主要是指信号需要穿过障碍物，例如：建筑物、山地等地形，导致信号传输过程中信号质量下降或者完全无法传输的情况。[11] 在有线电视传输中，由于信号需要通过同轴电缆进行传输，当同轴电缆遇到障碍物时，信号质量容易受到影响，从而出现图像失真、噪声等问题；在数字电视广播中，信号需要通过无线电波进行传输，当信号遇到建筑物、山地等障碍物时，信号的传输质量会下降或者完全无法传输，从而出现图像失真、卡顿或其他问题；在移动广播中，由于信号需要通过无线电波进行传输，当信号遇到障碍物则可能出现中断，导致接收方信号断续。

3. 广播电视工程信号源传输解决方案

3.1 采用先进信号处理技术及压缩算法

3.1.1 信号处理技术

为保障信号质量，广播电视工程采用了一系列的技术手段和解决方案。其中，信号处理技术是一种常见的方法，采用数字信号处理技术可提高信号的质量和稳定性。例如，通过信号增强、降噪、滤波等技术手段来消除噪声和干扰，提高信号质量。

3.1.1.1 信号增强技术

信号增强技术可以通过增加信号的强度或者改变信号的波形，从而提高信号的质量和稳定性。信号增强技术包括放大、补偿和补充等多种处理方式。[12] 例如，通过增加信号的增益来放大信号的强度，能够提高信号的清晰度和可读性；通过补偿技术可降低信号的失真和损失，能够提高信号的稳定性和准确性。

3.1.1.2 降噪技术

降噪技术可以通过消除信号中的噪声，从而提高信号的质量和清晰度。降噪技术主要包括滤波、谱减和自适应降噪等多种处理方式。例如，采用低通滤波器可滤除高频噪声；采用谱减技术可分析信号的频谱分布，进而减少噪声的干扰。

3.1.1.3 滤波技术

滤波技术可以通过对信号进行滤波，去除信号中的杂音和干扰，从而提高信号的质量和准确度。滤波技术主要包括低通、高通、带通和带阻滤波等多种处理方式。例如，通过采用低通滤波器来滤除高频噪声，可使得信号变得平滑和稳定。

3.1.2 压缩算法

采用高效的压缩算法可以将信号数据压缩到更小的体积，减少传输数据量，提高传输效率。高效的压缩算法是广播电视工程中保障信号传输效率和质量的重要手段之一。[13] 其中，最常用的压缩算法是基于离散余弦变换（Discrete Cosine Transform，DCT）的 JPEG 压缩算法和基于小波变换（Wavelet Transform）的视频压缩标准 H.264/AVC 和 HEVC。

在 JPEG 压缩算法中，输入的信号被分割成若干个 8×8 大小的小块，对每个小块进行 DCT 变换，然后对变换后的系数进行量化、编码和打包，形成压缩后的数据。DCT 变化公式见式（1）：

$$F(u,v)=\frac{1}{\sqrt{2N}}C(u)C(v)\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1}f(x,y)cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right]cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right] \quad (1)$$

式（1）中，$f(x,y)$ 为原始信号在坐标 (x,y) 处的像素值，N 为块的大小，$C(u)$ 和 $C(v)$ 为 DCT 系数，可以通过 $C(u)=\sqrt{\frac{2}{N}}$ 或 $C(0)=\frac{1}{\sqrt{N}}$ 计算得到。

量化是将 DCT 变换后的系数进行舍弃或缩放的过程，以达到压缩数据的目的。通常，每个系数都除以一个固定的量化因子，然后四舍五入得到整数，最后将整数打包成压缩数据。量化公式见式（2）：

$$Q(u,v)=\left\lfloor\frac{F(u,v)}{S(u,v)}\right\rfloor \quad (2)$$

式（2）中，$S(u,v)$ 为量化因子，可以根据压缩质量的需求进行调整。在视频压缩标准 H.264/AVC 和 HEVC 中，采用小波变换对视频信号进行分解和重构。其压缩过程可以分为多个步骤，包括预测、变换、量化、编码和打包等。其中，变换阶段使用了小波变换，通过对视频的空间和时间域进行分解和重构，实现了对视频信号的高效压缩。通过对信号进行 DCT 或小波变换，然后进行量化、编码和打包等处理，可以实现对信号的高效压缩和传输。

3.2 增加发射功率，优化信号传输参数

增加发射功率能够提高信号传输的覆盖范围和质量，使广播电视节目能够更好地传输到远距离的观众中，并提高观众观看节目的质量和体验。[14] 增加发射功率需要升级或更换广播电视设备中的发射机、天线等部件，以提高发射功率和信号的传输效果。除了增加发射功率，还可以通过优化信号的传输参数提高信号的传输效果，常用的优化方法包括调整视频编码参数、优化码率控制、降低噪声等。

3.2.1 调整编码参数

调整视频编码参数是优化信号传输参数中较为常用的方法。调整视频编码参数公式见式（3）：

$$QP值=\frac{Qstep(Qc+6)}{4} \quad （3）$$

式（3）中，$Qstep$ 为量化步长，Qc 为量化系数，均为可调参数。视频编码参数的设置会影响视频信号的压缩比和清晰度，通过调整编码参数，可以使视频信号在保持一定清晰度的情况下，达到更好的压缩效果，从而减少信号传输所需的带宽。例如，在 H.264 视频编码中，通过调整 QP 值（量化参数）和帧率等参数，可以在不影响画面质量的前提下，减少视频数据量。

3.2.2 优化码率控制

码率控制是指在视频压缩中控制码率大小的过程。在恒定码率（CBR）模式下，码率控制公式见式（4），在可变码率（VBR）模式下，码率控制公式见式（5）：

$$码率=\frac{帧数}{时长} \quad （4）$$

$$码率=\frac{帧数\times平均比特率}{时长} \quad （5）$$

式（4）中，帧数表示视频中的帧数，时长表示视频播放时长，式（5）中，平均比特率表示每个视频帧需要的比特数。通过优化码率控制算法，可以使视频信号的码率更加稳定，减少传输过程中的带宽波动。例如，在 H.264 视频编码中，通过设置恒定码率（CBR）或可变码率（VBR）模式，可以使码率控制更加合理，从而优化信号传输效果。

3.2.3 降低噪声

在信号传输过程中，由于各种干扰因素的存在，可能会引入噪声，影响信号质量。通过采用自适应滤波算法，可以减少噪声的影响，提高信号的清晰度和可靠性。[15] 自适应滤波算法是一种能够自适应地调整滤波器参数的信号处理算法，它根据输入信号的特性，自动地调整滤波器的参数，从而使得输出信号更加清晰和可靠。常用的自适应滤波算法包括最小均方误差（LMS）算法和递归最小二乘（RLS）算法。在 LMS 算法中，滤波器参数的更新公式见式（6）：

$$w(n+1)=w(n)+2\mu e(n)*u(n) \quad （6）$$

其中，$w(n)$ 表示滤波器的参数向量，μ 为步长（控制参数更新的速度），$e(n)$ 为期望输出与实际输出之间的误差，$u(n)$ 为输入信号。RLS 算法中，滤波器参数的更新公式见式（7）：

$$w(n+1)=w(n)+K(n)*e(n)*P(n)*u(n) \quad （7）$$

式（7）中，$w(n)$ 表示滤波器的参数向量，$e(n)$ 为期望输出与实际输出之间的误差，$u(n)$ 为输入信号，$K(n)$ 和 $P(n)$ 分别为递归最小二乘滤波器的增益向量和协方差矩阵，它们可以通过公式（8）进行递归计算：

$$\begin{aligned}K(n)&=P(n)u(n)/(u(n)^T P(n)*u(n)+\lambda)\\P(n)&=\lambda\hat{}1*(P(n-1)-K(n)u(n)^T P(n-1))\end{aligned} \quad （8）$$

式（8）中，λ 为一个正则化参数，用于控制滤波器的稳定性。在实际应用中，根据具体的应用场景选择合适的自适应滤波算法，并调整算法的参数，可达到最优的降噪效果。

综上所述，根据广播电视信号特性和传输环境，通过采用调整编码参数、优化码率控制、降低噪声等多种方法，可以有效地应对公路等地形障碍带来的信号传输问题，提高广播电视节目的播出质量和观众的观看体验。

结语

数字化时代背景下，广播电视节目的传输方式和技术已经得到了极大地发展和变革，新兴技术的不断涌现和广泛应用，为广播电视工程信号源传输方案的研究和应用带来了更多的可能性和机遇。广播电视工程信号源传输方案研究是一个综合性的课题，需要多学科、多领域的知识和技术的综合应用。伴随着技术的革新，广播电视信号源传输也逐渐面临着更多的技术性挑战问题。通过从传输方式、信号处理、调制技术等方面入手，以提高广播电视信号的传输质量和覆盖范围。未来，随着技术的不断发展和应用的不断拓展，仍需继续加强对新技术的研究和应用，不断改进广播电视信号传播传统技术，以提高广播电视工程信号源传输方案的质量和效率，满足观众对高清、稳定广播电视节目的需求。

参考文献

[1] 王桂兰 . 广播电视信号传输与发射的影响因素及排除策略研究 [J]. 电子元器件与信息技术，2023（2）：164-167.
[2] 梁哲钧 . 地面 IP 光纤网组网技术在 DTMB 工程实施中的应用 [J]. 广播与电视技术，2023（2）：76-79.
[3] 王军 . 新时代转播发射台智慧化建设的重要作用和实现路径 [J]. 西部广播电视，2023（2）：235-237.
[4] 唐宝琦，朱尧 . 基于 I-PON 技术的广电网络 IP 化信号传输安全机制 [J]. 电视技术，2023（1）：111-113.
[5] 陈玮 .5G 信号干扰卫星 C 波段信号的排查及应对 [J]. 中国新通信，2023（1）：15-17.
[6] 叶思成，袁邈桐 . 坚守与突破：简析北京广播电视台广

播录音系统改造与应用场景升级 [J]. 中国传媒科技，2023（2）：153-158.

[7] 李晓岭，王澍，任志勇，等 . 浅谈广电光纤到户（FTTH）电视电缆融合技术建设 [J]. 广播电视网络，2022（12）：60-62.

[8] 钟世强，陈峰，张慧 .5G 700Mhz 对广电 DVB 同轴传输信号干扰的研究 [J]. 中国传媒科技，2022（12）：147-150.

[9] 杜春雷 . 基于广电 5G+ 边缘云的智慧矿山无人驾驶专网研究与应用 [J]. 广播电视网络，2022（11）：28-30.

[10] 徐军，王立柱 . 网络电视 / 地面数字电视 / 模拟电视三前端方案在高速低成本实现广电乡村覆盖中的应用 [J]. 广播与电视技术，2022（11）：27-32.

[11] 陈炜 . 地面无线数字电视信号调度监控设计研究 [J]. 科技资讯，2022（22）：13-16.

[12] 贡冰洲 .SDH 数字微波通信技术的特点及其应用 [J]. 信息技术与信息化，2022（10）：164-167.

[13] 张萌，李彦粉 .TEQC 可视化软件在广电工程 GNSS 数据处理中的应用 [J]. 北京测绘，2022（10）：1350-1353.

[14] 宋协 . 数字演播室虚拟化音视频收录监听系统设计与实现 [J]. 中国有线电视，2022（10）：52-54.

[15] 杨沪辉 . 浅谈本地高清编转码系统建设和传输改造方案 [J]. 中国有线电视，2022（10）：15-18.

作者简介：孙英翠（1983-），女，山东德州，高级工程师，研究方向为广播电视工程。

（责任编辑：张晓婧）

（上接第107页）

数据的存储定义和规范提出了更高要求。

结语

总而言之，随着当前移动互联网、物联网、人工智能等技术的快速发展，图片、音视频等非结构化数据出现爆炸式增长，对技术系统造成很大压力，同时也带来了更大的拓展空间。因此，要更好地运用大数据、智能化等技术，借鉴互联网在运用分布式对象存储的实践经验，充分整合媒体资源，打通互联互通，提升采编效率，进一步推动媒体深度融合发展。

参考文献

[1] 江南 . 融合媒体时代分布式对象存储系统的应用探索 [J]. 中国有线电视，2020（1）：37-40.

[2] 王若辰. 国社“最传统部门”融媒报道这样“破圈突围”[N]. 新华每日电讯，2021-03-12（4）.

[3] 中存储网 . 三种存储类型比较 - 文件、块、对象存储 [EB/OL]. https：//www.chinastor.com/jishu/SAN/042623L42016.html.2016-07-26/2023-04-16.

[4] 中存储网 . 什么是对象存储？ OSD 架构及原理 [EB/OL]. https：//www.chinastor.com/jishu/OSD.html，2013-03-21/2023-04-16.

[5]minIO. MinIO Object Storage for Linux [EB/OL]. https：//min.io/docs/minio/linux/index.html?ref=docs-redirect，2017-02-17/2023-04-16.

[6]minIO. MinIO Java SDK for Amazon S3 Compatible Cloud Storage [EB/OL]. https：//min.io/docs/minio/linux/developers/java/minio-java.html，2022-03-26/2023-04-16.

[7] 张延盛 . 一种分布式对象存储在巡检系统中的研究应用 [J]. 电信工程技术与标准化，2022（5）：7-10，26.

作者简介：高文（1985-），女，山东，新华社通信技术局高级工程师，研究方向为计算机应用技术；任柏青（1983-），男，北京，新华社通信技术局高级工程师，研究方向为采编融媒系统的建设与开发；魏海涛（1984-），男，河北，新华社通信技术局高级工程师，研究方向为基础软件研究；周晨赓（1977-），男，重庆，新华社通信技术局高级工程师，研究方向为在线视频编辑系统的建设与开发。

（责任编辑：张晓婧）